



PEMANFAATAN NANOPARTIKEL PERAK EKSTRAK BELIMBING WULUH SEBAGAI INDIKATOR KOLORIMETRI LOGAM MERKURI

Fikri Fadillah Azhar¹, Sukaina Adibi², Tanti Anggraini³ dan Sumpono^{1*}

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Bengkulu
Program Pascasarjana Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Bengkulu

^{1*} Email: azharfikrifadillah@gmail.com, sukaina.adibi@gmail.com, tantianggraini@gmail.com,
sumpono1960@gmail.com

Submission: 19-01-2019, Reviewed: 12-02-2019, Accepted: 09-02-2019
<https://doi.org/10.22216/jit.2019.v13i1.3614>

Abstract

Mercury (Hg) is a heavy metal with high toxicity that often polluting the aquatic environment. The measurement of Hg (II) usually using ICP-MS and AAS instrument but at a relatively expensive price hence an alternative is needed to determine the concentration of Hg. The purpose of this study was to determine mercury concentration through the biosynthesis of silver nanoparticles (NPP) using the extract of star fruit. The NPP used as an indicator of Hg metal colorimetry is currently synthesized under optimum conditions. NPP formed selectively against Hg metal and silver nanoparticle sensitivity is 60 ppm directly by the eye. The concentration of Hg metal in environmental samples from 1 to 11 samples with digital image method are 41.965 ppb, 1.547 ppb, 1.796 ppb, 1.398 ppb, 47.369 ppb, 8.814 ppb, 8.745 ppb, 4.804 ppb, 6.339 ppb, 2.333 ppb, and 8.441 ppb.

JEL Classification: Q16, Q55, R11

Keywords: Mercury, Silver Nanoparticles, Bilimbi Fruit, Matlab, Digital Image

Abstrak

Merkuri (Hg) merupakan logam berat dengan toksisitas tinggi yang seringkali mencemari lingkungan perairan. Konsentrasi ion Hg (II) biasanya ditentukan dengan menggunakan alat ICP-MS dan AAS namun karena harganya yang relatif mahal maka diperlukan alternatif yang murah untuk menentukan konsentrasi Hg. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan konsentrasi logam merkuri melalui biosintesis nanopartikel perak (NPP) dengan memanfaatkan ekstrak buah belimbing wuluh. NPP yang digunakan sebagai indikator kolorimetri logam Hg pada penelitian ini disintesis pada kondisi optimum. NPP yang terbentuk diketahui selektif terhadap logam Hg dan kesensitifan nanopartikel perak sebesar 60 ppm jika dilihat secara langsung oleh mata. Konsentrasi logam Hg pada sampel lingkungan perairan dari 1 hingga 11 sampel dengan metode citra digital berturut-turut sebesar 41,965 ppb, 1,547 ppb, 1,796 ppb, 1,398 ppb, 47,369 ppb, 8,814 ppb, 8,745 ppb, 4,804 ppb, 6,339 ppb, 2,333 ppb dan 8,441 ppb.

Kata kunci : Merkuri, Nanopartikel Perak, Belimbing Wuluh, Matlab, Citra Digital



PENDAHULUAN

Perkembangan zaman dan aktivitas perindustrian saat ini terus meningkat menyebabkan beberapa permasalahan pencemaran pada lingkungan perairan. Salah satu limbah yang berasal dari aktivitas perindustrian dan seringkali mencemari lingkungan perairan adalah logam berat. Logam berat merupakan zat pencemar yang memiliki efek yang berbahaya karena memiliki sifat toksik, tidak dapat diuraikan secara biologis dan stabil. Logam berat pada konsentrasi rendah umumnya sudah dapat menimbulkan efek toksik bagi makhluk hidup (Ridhowati, 2013).

Salah satu jenis logam berat dengan toksisitas tinggi yang sering mencemari perairan adalah merkuri (Hg). Pada umumnya sumber pencemaran logam merkuri berasal dari berbagai industri seperti industri pertambangan, kertas, baterai, cat, dan industri electroplating. Logam merkuri di dalam air berada dalam bentuk ion Hg(II). Keberadaan ion Hg(II) dengan konsentrasi yang tinggi di dalam lingkungan sangatlah berbahaya. Menurut peraturan menteri kesehatan No. 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum, batas maksimum konsentrasi

merkuri di dalam air minum adalah sebesar 1 ppb (0,001 ppm).

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengetahui konsentrasi atau kadar logam Hg di dalam sampel lingkungan, diantaranya adalah dengan menggunakan metode *inductive coupled plasma mass spectrometry* (ICP-MS) dan menggunakan metode *atomic absorption spektroskopi* (AAS). Namun, harga alat-alat analisis seperti ICP-MS dan AAS relatif mahal sehingga diperlukan alternatif analisis merkuri yang murah. Oleh karena itu perlu dilakukan pengembangan metode analisis kualitatif dan kuantitatif logam Hg yang praktis, murah dan mudah pengaplikasiannya. Salah satu metode yang murah dan mudah pengaplikasiannya untuk mendeteksi dan menganalisis logam merkuri secara kualitatif dan kuantitatif adalah dengan menggunakan nanopartikel perak (Winiari, 2013). Kemampuan sensor nanopartikel perak untuk mendeteksi keberadaan ion logam Hg dikarenakan adanya efek *surface Plasmon resonance* (SPR) yang menyebabkan nanopartikel perak memiliki tingkat selektivitas dan sensitivitas tinggi terhadap keberadaan ion logam Hg.

Metode biosintesis merupakan metode sintesis nanopartikel perak dengan



menggunakan ekstrak tanaman sebagai bioreduktor. Salah satu ekstrak tanaman yang memiliki kemampuan untuk dijadikan sebagai bioreduktor adalah belimbing wuluh (*averrhoa bilimbi*). Tanaman ini memiliki kandungan senyawa metabolik sekunder berupa asam askorbat (vitamin C) yang cukup tinggi yang dapat berperan sebagai bioreduktor pada proses sintesis nanopartikel perak.

Analisis kualitatif logam merkuri dengan menggunakan indikator nanopartikel perak dapat dilakukan secara kolorimetri yakni, dengan cara melihat perubahan warna nanopartikel perak yang menjadi bening setelah ditambahkan sampel yang mengandung logam merkuri. Sedangkan analisis kuantitatif logam merkuri dengan menggunakan indikator nanopartikel perak dapat dilakukan dengan metode spektrofotometri Uv-Vis dengan mengukur absorbansi masing-masing indikator nanopartikel perak setelah dilakukan penambahan sampel logam merkuri. Namun metode analisis kuantitatif yang mulai berkembang saat ini adalah metode citra digital. Metode citra digital merupakan gabungan antara foto digital dan kolorimetri. Metode ini memiliki potensi yang baik dalam analisis kuantitatif (Maleki, 2004), ini dikarenakan metode citra digital merupakan metode yang sederhana, tidak memerlukan alat

yang mahal (Suzuki, 2006) dan memiliki potensi yang tinggi dalam analisis kolorimetrik (Byrne, 2000).

Berdasarkan permasalahan tersebut maka dilakukanlah penelitian ini dengan tujuan untuk menyintesis nanopartikel perak dengan menggunakan ekstrak buah belimbing wuluh dan aplikasinya sebagai indikator kolorimetri pada analisis kualitatif dan kuantitatif logam merkuri.

METODE PENELITIAN

Tempat Dan Waktu

Penelitian dilakukan di laboratorium kimia jurusan Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan selama 3 bulan.

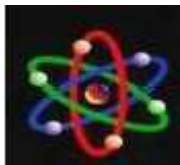
Alat Dan Bahan

Bahan-bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya : aquades, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, CaCl_2 , $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Co}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, HgCl_2 , KCl , $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, ZnCl_2 , NaCl , AgNO_3 , HCl , NaOH , HgCl_2 , buah belimbing wuluh, aluminium foil, kertas saring biasa, tisu dan kertas saring whatmann.

Peralatan

Alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya : spektrofotometer Uv-Vis,



neraca analitik merek ohaus, labu ukur 200 ml, 100 ml, 50 ml dan 25 ml, gelas kimia, kuvet, Erlenmeyer, botol vial, gelas ukur, botol semprot, hot plate, thermometer, corong kaca, kertas saring whatman, filter vakum, pipet ukur, pipet mikro, pipet tetes, sudip, aplikasi Matlab R2010b, aplikasi corel draw x4, aplikasi adobe photoshop cc, aluminium foil, kaca arloji, dan gunting.

Tahapan Penelitian

Biosintesis Nanopartikel Perak

1. Pembuatan ekstrak belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*)

Buah tanaman belimbing wuluh dicuci bersih, kemudian dipotong-potong dan ditimbang sebanyak 20 gram. Kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia 250 ml dan ditambahkan aquades sebanyak 100 ml lalu dipanaskan pada suhu 60°C selama 15 menit, didiamkan dan disaring dengan menggunakan kertas saring.

Biosintesis nanopartikel perak(NPP) menggunakan ekstrak buah belimbing wuluh

Biosintesis nanopartikel perak dilakukan dengan mencampurkan ekstrak buah belimbing wuluh dengan larutan AgNO₃ 1 mM pada perbandingan masing –masing 1:1 dan 2:1. Selanjutnya campuran tersebut dipanaskan di bawah sinar matahari dengan variasi waktu 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 menit (Handayani, 2011). Setelah itu

diukur absorbansinya dengan spektrofotometer uv-vis pada panjang gelombang 280-700 nm. Panjang gelombang yang menghasilkan absorbansi maksimum pada rentang 400-500 nm ditentukan sebagai panjang gelombang maksimum.

Deteksi Logam Hg

Uji Selektivitas Nanopartikel Perak (NPP)

Selektivitas NPP ditentukan dengan memasukkan masing-masing 2 ml NPP yang telah dibuat pada kondisi optimum ke dalam botol vial. Selanjutnya ditambahkan masing-masing 1 ml larutan logam standar dengan konsentrasi 100 ppm. Kemudian diamati perubahan warnanya dan diukur absorbansinya.

Uji Sensitivitas NPP Terhadap Logam Merkuri (Hg)

Dimasukkan 2 ml larutan NPP yang telah disintesis ke dalam masing-masing botol vial, selanjutnya ditambahkan 1 ml larutan logam Hg masing-masing dengan konsentrasi 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, 1, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 150, 200 dan 250 ppm dan 800, 600, 400, 200, 100, 50, 40, 30, 20, 10, 8 ppb. Kemudian diamati perubahan warna yang terjadi dan diukur absorbansinya.

Pembuatan Kurva Kalibrasi Spektrofotometer UV-vis Logam Hg

Larutan NPP yang telah dibuat pada kondisi optimum masing-masing



dimasukkan sebanyak 2 ml ke dalam kuvet, kemudian ditambahkan 1 ml larutan standar logam Hg masing-masing dengan konsentrasi 0 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm, dan 60 ppm.. Kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum sebagai data untuk analisis dengan metode spektrofotometer UV-vis.

Pembuatan Kurva Kalibrasi Citra Digital

Larutan NPP yang telah dibuat pada kondisi optimum masing-masing dimasukkan sebanyak 2 ml ke dalam kuvet, kemudian ditambahkan 1 ml larutan standar logam Hg masing-masing dengan konsentrasi 0 ppb, 1 ppb, 2 ppb, 3 ppb, dan 4 ppb. Kemudian difoto dengan menggunakan kamera di dalam mini studio. Lalu foto tersebut di crop menggunakan aplikasi Adobe Photoshop CC. Selanjutnya foto tersebut dianalisis menggunakan aplikasi matlab sehingga diperoleh hasil untuk pembuatan kurva kalibrasi citra digital.

Preparasi dan Analisis Sampel Lingkungan perairan

Pengambilan sampel dilakukan pada 11 titik lokasi perairan /sumber air sungai di provinsi Bengkulu. Sampel kemudian dipreparasi dengan metode adisi standar dimana sampel yang telah diambil kemudian disaring dengan penyaring

vakum dengan kertas saring, lalu diambil 20 ml sampel dan ditambahkan 5 ml NaOH 2 M dan dibiarkan 10 menit, lalu campuran disaring dengan kertas saring dan ditambahkan 5 ml HCl 2 M . Setelah itu campuran sampel ini ditambahkan 1 ml ke dalam 2 ml nanopartikel perak. Kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum dengan menggunakan spektrofotometer Uv-Vis. Apabila tidak terukur menggunakan spektrofotometer, dapat dilakukan dengan analisis Citra Digital dengan aplikasi MATLAB R2010b.

Teknik Pengumpulan dan Analisis Data **1.Pembuatan dan Penentuan Konsentrasi Hg Menggunakan Kurva Kalibrasi Metode Spektrofotometri UV-VIS**

Kurva kalibrasi metode spektrofotometri UV-VIS dibuat dengan memplot nilai absorbansi (A) yang diperoleh vs konsentrasi (ppm) larutan standar dengan menggunakan Microsoft excel 2010. Persamaan linear yang diperoleh digunakan untuk menentukan konsentrasi sampel yang dianalisis (Firdaus, 2017).

$$y = mx + c \longrightarrow X = \frac{y-c}{m}$$

Dimana :

y = absorbansi x = konsentrasi
m = gradien c = intersept



Pembuatan dan Penentuan konsentrasi Hg Menggunakan Kurva Kalibrasi Citra Digital

Kurva kalibrasi citra digital dibuat dengan cara mengolah terlebih dahulu foto/ atau gambar citra digital yang telah diperoleh dengan cara sebagai berikut:

1. Gambar atau foto dari NPP yang telah ditambahkan larutan standar Hg di Crop dengan menggunakan aplikasi Photosop CS6 dengan ukuran 0.5 x 0.5 cm pada bagian yang warnanya paling merata
2. Dicari nilai komponen warna dari masing-masing larutan tersebut dengan menggunakan program MATLAB R2010b
3. Dihitung nilai intensitas Absorbansi (A) dari masing-masing komponen warna RGB dengan menggunakan persamaan :

$$A = \log \frac{I_0}{I_t}$$

Ket : A = intensitas serapan komponen warna

I_0 = Nilai intensitas kompoen warna larutan blanko

I_t = Nilai intensitas komponen warna larutan standar

4. Kurva kalibrasi metode citra digital dengan teknik analisis *simple linear regression* (SLR) diperoleh dengan cara memplotkan intensitas Absorbansi (A) komponen warna R,G,B Vs Konsentrasi. Persamaan linear dengan

gradient dan koefisien regresi (R^2) paling besar dari kurva digunakan untuk menentukan konsentrasi sampel yang akan dianalisis (Purnomo, 2016) (Dinata, 2018).

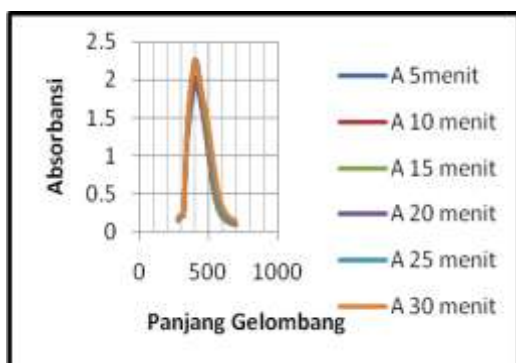
HASIL YANG DICAPAI

Nanopartikel Perak (NPP) Ekstrak Belimbing Wuluh

Dalam penelitian ini telah berhasil disintesis nanopartikel perak dengan menggunakan ekstrak belimbing wuluh sebagai bioreduktor. Pemilihan buah belimbing wuluh sebagai bioreduktor dikarenakan buah ini mengandung vitamin C yang cukup tinggi yakni sebesar 25 mg/100 gram. Vitamin C inilah yang akan berperan sebagai bioreduktor untuk proses biosintesis NPP. Terbentuknya disperse koloid nanopartikel perak dikarenakan Vitamin C memiliki potensial reduksi standar yang lebih kecil yakni sebesar +0,35 V dibandingkan dengan potensial reduksi standar logam Ag^+ yang lebih besar yakni sebesar +0,80 V. Akibatnya vitamin C ini cenderung untuk mengalami reaksi oksidasi untuk mendonorkan elektron (Reduktor) sedangkan Ag^+ cenderung untuk mengalami reduksi (menangkap elektron) karena mempunyai nilai potensial reduksi standar yang lebih besar.



Proses terbentuknya NPP setelah pencampuran larutan AgNO_3 dengan ekstrak buah belimbing wuluh ditandai dengan terjadinya perubahan warna larutan AgNO_3 dari bening menjadi kuning kecoklatan. Proses terjadinya perubahan warna atau terbentuknya NPP ini terjadi setelah campuran tersebut disinari sinar matahari. Perubahan warna yang terjadi setelah proses penyinaran dengan sinar matahari ini juga disebabkan karena terjadinya *Surface Plasmon Resonance* (SPR) akibat eksitasi elektron pada permukaan NPP. Setelah terjadi perubahan warna dengan variasi waktu yang dilakukan yakni 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit dan 30 menit, maka selanjutnya tiap larutan tersebut diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer Uv-Vis. dengan serapan diantara 400-500 nm yang menunjukkan terbentuknya nanopartikel perak berukuran nano.



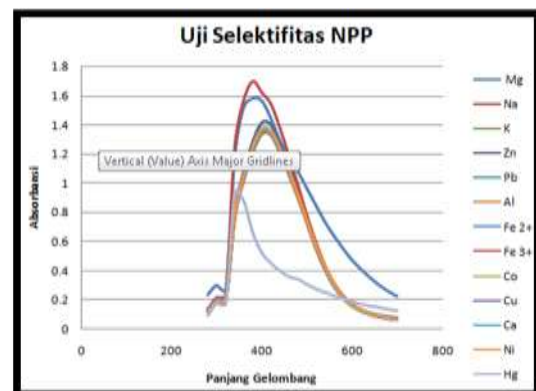
Gambar 1. Kurva Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Pada gambar 1. menunjukkan hasil data penentuan panjang gelombang maksimum dari Nanopartikel Perak (NPP) ekstrak belimbing wuluh pada rasio optimum (2:1) dan waktu optimum 20 menit.

Berdasarkan gambar 1 dapat diketahui bahwa panjang gelombang maksimum NPP yaitu sebesar 400 nm. Adapun hasil data kualitatif mengenai keselektifan nanopartikel perak terhadap berbagai logam dapat diamati melalui gambar berikut :



Gambar 2. Hasil Data Uji Keselektifan NPP



Gambar 3. Hasil Data Keselektifan NPP

Berdasarkan gambar 2 dapat diketahui bahwa Nanopartikel perak



ekstrak belimbing wuluh hanya selektif terhadap logam Hg (Merkuri). Hal tersebut dibuktikan dengan perubahan warna dari Nanopartikel yang semula berwarna kuning kecoklatan kemudian ketika ditambahkan 1 ml larutan logam merkuri (Hg) menunjukkan perubahan warna menjadi bening. Perubahan warna ini terjadi karena logam merkuri mampu mengoksidasi (Ag^0) dalam NPP yang berwarna kuning kecoklatan menjadi ion Ag^+ yang berwarna bening. Dan juga disebabkan karena logam Hg^{2+} memiliki nilai potensial reduksi standar yang lebih besar (+0,92V) dibandingkan dengan logam Ag^+ (+0,80V). Sehingga logam Hg lebih cenderung untuk mengalami reduksi atau bertindak sebagai oksidator.

Data kualitatif dari uji keselektifan NPP dilanjutkan dengan perhitungan absorbansi dari setiap NPP (Nanopartikel Perak) yang masing-masing telah ditambahkan berbagai 1 ml larutan logam. Adapun hasil data yang menunjukkan perubahan absorbansi yang paling besar pada rentang panjang gelombang 280 nm-700 nm yang dapat dilihat pada gambar 3.

Dari hasil data pada gambar 3 dapat diketahui bahwa perubahan absorbansi terbesar terdapat pada penambahan logam Hg. Sehingga dapat disimpulkan bahwa keselektifan Nanopartikel perak ekstrak belimbing

wuluh hanya terhadap logam merkuri. Selanjutnya dilanjutkan dengan uji kesensitifan NPP terhadap logam merkuri dengan variasi konsentrasi ppm (part per million) dan ppb (part per billion). Adapun hasil data kesensitifan NPP dalam konsentrasi ppm sebagai berikut :



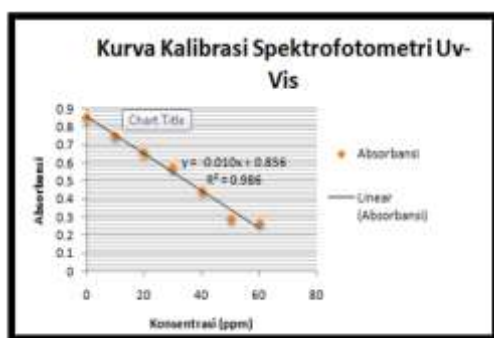
Gambar 4. Hasil Data Kesensitifan NPP (ppm)

Berdasarkan gambar 4 dapat diketahui bahwa Nanopartikel perak ekstrak belimbing wuluh sensitif terhadap logam merkuri pada konsentrasi 60 ppm yang secara langsung dapat dilihat oleh mata. Untuk konsentrasi dibawah 60 ppm tingkat kesensitifannya tidak begitu tinggi. Hal itu dibuktikan dengan perubahan warna dari NPP yang tidak berubah warna menjadi bening melainkan hanya terjadi perubahan warna yang lebih cerah dari warna NPP blanko. Semakin besar Konsentrasi dari logam Hg yang ditambahkan maka penurunan absorbansi NPP menjadi semakin besar dan warna NPP akan menjadi semakin bening (Adriansyah, 2017).

Pengukuran konsentrasi ppb (*part per billion*) pada logam merkuri juga diuji kesensitifannya, namun tingkat kesensitifannya tidak tinggi. Hal tersebut



dibuktikan dengan perubahan warna NPP (blanko) yang berada di sebelah kiri dengan warna NPP yang telah ditetesi berbagai larutan merkuri dalam variasi konsentrasi ppb, yang mana perubahan warna yang didapatkan tidak berubah menjadi bening melainkan warna yang didapatkan ialah kuning bening.

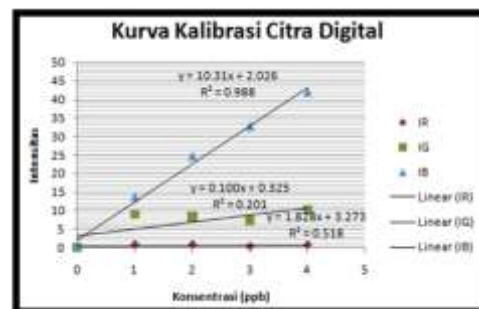


Gambar 5. Kurva Kalibrasi Spektrofotometri Uv-Vis

Penentuan konsentrasi sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan terlebih dahulu membuat kurva kalibrasi secara spektrofotometri dan citra digital. Penggunaan kurva kalibrasi spektrofotometri diterapkan apabila data kualitatif menunjukkan perubahan warna yang signifikan dari NPP ketika ditambahkan dengan larutan sampel yang mengandung logam merkuri. Sedangkan penggunaan kurva kalibrasi citra digital diterapkan apabila diterapkan apabila data kualitatif menunjukkan perubahan warna yang tidak signifikan dari NPP ketika

ditambahkan dengan larutan sampel yang mengandung logam merkuri. Citra digital dilakukan untuk mengetahui konsentrasi sampel secara akurat, dikarenakan citra digital merupakan gabungan antara foto digital dan kolorimetrik. Sehingga meskipun konsentrasi merkuri yang ada dalam sampel jumlahnya sedikit akan mampu dianalisis menggunakan citra digital.

Adapun hasil kurva kalibrasi secara spektrofotometri dan citra digital berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada gambar 5 dan gambar 6.



Gambar 6. Kurva Kalibrasi Citra Digital

Tabel 1. Hasil Data Konsentrasi Sampel Lingkungan Perairan



Nama sampel	Nilai Komponen Warna Biru	Intensitas Warna Biru	Konsentrasi (ppb)
Sampel 1	12.277	434.691	41.965
Sampel 2	51.347	17.973	1.547
Sampel 3	51.043	20.547	1.796
Sampel 4	51.528	16.439	1.398
Sampel 5	17.302	490.398	47.369
Sampel 6	43.281	92.185	8.814
Sampel 7	45.819	67.437	8.745
Sampel 8	45.825	67.386	4.804
Sampel 9	46.360	62.338	6.339
Sampel 10	50.397	26.079	2.333
Sampel 11	43.594	89.058	8.441

Dengan menggunakan kurva kalibrasi yang telah ditentukan maka dapat ditentukan konsentrasi sampel. Dalam penelitian ini sampel yang digunakan yaitu sampel lingkungan perairan yang ada di provinsi Bengkulu. Hasil data kualitatif menunjukkan bahwa warna dari sampel lingkungan perairan tidak menunjukkan perubahan warna NPP yang signifikan ketika ditambahkan dengan sampel. Oleh karena itu analisis penentuan konsentrasinya menggunakan kurva kalibrasi Citra digital. Adapun hasil data konsentrasi sampel lingkungan perairan pada table 1.

Berdasarkan tabel 1. dapat diketahui bahwa 11 sampel lingkungan perairan di provinsi Bengkulu tercemar merkuri. Dari 11 sampel diketahui bahwa 8 dari 11 sampel telah melebihi ambang batas penggunaan merkuri di lingkungan perairan. Menurut Kep-20 / MENKLH /I/1990 menyatakan bahwa ambang batas penggunaan merkuri bagi lingkungan sebesar 0,002 ppm atau 2 ppb. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hanya sampel 2,

sampel 3 dan sampel 4 yang masih tergolong dalam kategori aman.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil kegiatan penelitian PKM yang telah dilakukan disimpulkan bahwa nanopartikel ekstrak belimbing wuluh memiliki potensi yang besar untuk dijadikan indikator kolorimetri pendeteksi logam merkuri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada RISTEKDIKTI atas bantuan pendanaan yang telah diberikan sehingga penelitian PKM ini dapat terlaksana hingga selesai. Kami ucapkan juga terima kasih kepada seluruh dosen Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Bengkulu yang telah membantu kami untuk menyelesaikan penelitian PKM ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyah, Reynaldi, Firdaus M. L, Elvinawati. 2017. *Analisis Hg^{2+} Dengan Menggunakan Nanopartikel Perak (Npp) Sebagai Indikator Kalorimetri Dengan Menggunakan Spektrofotometri*. Alotrop Jurnal Pendidikan dan ilmu kimia 1(2) :136-143
- Depkes RI. 2010. Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010.Tentan



- g Persyaratan Kualitas Air Minum. Depkes RI, Jakarta.
- Diamond. 2000. *Digital Imaging as a Detector for Generic Analytical Measurement*. Trends Anal. 19(8) : 517-522
- Dinata, A.D. Penerapan Kemometrik Pada Metode Citra Digital untuk Analisis Kuantitatif Ion Merkuri (II). *Skripsi*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Bengkulu, Bengkulu
- Firdaus M. L, dkk. 2017. *Calorimetric Detection of Mercury(II) Ion in Aqueous Solution Using Silver Nanoparticles*. Analytical Sciences, Vol. 33
- Handayani, W. 2011. *Pemanfaatan Tanaman Tropis Untuk Biosintesis Nanopartikel Perak dan Aplikasinya Sebagai Indikator Kolorimetri Keberadaan Logam Berat*. Tesis. FMIPA Universitas Indonesia. Jakarta.
- Maleki, N., A. Safavi, F. Sedaghatpur. 2004. *Single-step Calibration, Prediction, and Real Samples Data Acquisition for Artificial Neural Network Using a CCD Camera*. Jurnal Talanta. 64 (1) : 830-835.
- Purnomo, C. 2016. Teknik Multiple Linear Regression dan Simple Linear Regression Untuk Analisis Logam Berat Secara Citra Digital Dengan Nanopartikel Perak Sebagai Indikator. *Skripsi*. Universitas Bengkulu, Bengkulu
- Ridhowati, S. 2013. *Mengenal Pencemaran Ragam Logam*. Yogyakarta: Graha ilmu.
- Suzuki Y., M. Endo, J. Jin, K. Iwasw., M. Iwarsuki. 2006. *Tristimulus Colorimetry Using a Digital Still Camera and Its Application to Determination of Iron and Residual Chlorine in Water Sample*. Anal.Sci. 20(1):411-414.
- Winiari, A dan Kurniawan, F. 2013. *Deteksi Merkuri Secara Langsung Menggunakan Larutan Partikel Nano Emas*. Jurnal Sains Dan Seni Pomits. Vol. 2, No. 1, 1-3.